

UNA PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ESTUDIOS SOCIO HISTÓRICOS: EL CASO DE LA TEORÍA DE FUNCIONES DE LAGRANGE

Lianggi Espinoza Ramirez, Ricardo Cantoral Uriza
PUCV
Cinvestav-IPN
leanggi@gmail.com, rcantor@cinvestav.mx
Campo de investigación: Socioepistemología

Chile
México

Nivel: Superior

Resumen. Esta investigación da evidencia de como lo sociocultural incide significativamente en la construcción del conocimiento matemático. La Teoría de Funciones Analíticas de Lagrange fue escrita a causa del estallido de la revolución francesa y por cambios en el contrato laboral del autor. Explicaremos cómo la socioepistemología nos brinda una “manera de ver” la problemática de investigación. Explicaremos la metodología construida y utilizada en la investigación. Esta metodología, a la luz de los resultados obtenidos, se muestra como fructífera para estudiar la dimensión sociocultural del conocimiento matemático en estudios de corte socio históricos.

Palabras clave: Sociocultural, derivada, Lagrange, estudios históricos

Introducción

La socioepistemología ha advertido sobre la necesidad de entender al conocimiento matemático en los escenarios socioculturales en los cuales estos fueron producidos y difundidos (Cantoral y Farfán, 2003) Diversas investigaciones estudian la construcción social del conocimiento destacando su dimensión sociocultural (Cantoral, 2001; Montiel, 2005; Crespo, 2007) En esta investigación reportamos una descripción de la relación de la dimensión sociocultural en la construcción del conocimiento matemático.

¿Tendrá alguna relación la producción de cierta obra matemática con la desigualdad social, con una revolución política o con el cambio de condiciones en el contrato laboral de una persona? Desde una aproximación realista y a-histórica del conocimiento matemático se postularía que no tendrían mucha relación, pues esta mirada supone a los objetos matemáticos preexistentes y separados del humano. Sin embargo, la evidencia histórica muestra lo contrario. A continuación mostraremos como una obra matemática antigua que normó significativamente la enseñanza de la matemática en su época *fue escrita debido al estallido de una revolución política y al cambio en las condiciones de su contrato laboral*. Es muy probable que sin esta revolución y cambio de condiciones laborales esta obra matemática no se hubiera escrito.

A continuación explicaremos cómo la dimensión sociocultural incide significativamente en la construcción social del conocimiento matemático. Esto lo haremos a través del caso de la Teoría de Funciones Analíticas del físico matemático Lagrange (1736-1813). Primero expondremos los datos obtenidos del estudio. Después haremos una descripción de algunos elementos de la aproximación socioepistemológica que se articulan en la investigación. Finalizaremos explicando la metodología construida para desarrollar la investigación.

La obra de Lagrange, escrita a causa de la contingencia sociopolítica y laboral del momento

Publicada en 1797 y reeditada en 1813, la Teoría de las Funciones Analíticas de Lagrange plantea un viraje en el método de trabajo del cálculo infinitesimal de su época. En el prefacio de la obra, el autor plantea que las concepciones utilizadas para fundamentar el análisis en su época eran poco claras e inseguras para fundamentar una ciencia donde la certitud debe ser sustentada en la evidencia (Lagrange, 1813, p.5). Critica a los infinitamente pequeños de Leibnitz por no ofrecer una idea muy precisa al espíritu y a las fluxiones de Newton por su dependencia directa de la noción física de velocidad. En base a estas críticas, el autor propone un nuevo método para el cálculo infinitesimal, llevando a la noción de diferencial a un contexto funcional. Por primera vez estudia las funciones derivadas, con las cuales construye un método para el cálculo y análisis infinitesimal deducible por reglas algebraicas, el que llama método analítico.

En el curso de una investigación que buscó entender una evolución de la analiticidad de las funciones en el siglo XIX (Espinoza, 2009), llegamos a la necesidad de preguntarnos por qué Lagrange escribió su obra. Para responder esto, estudiamos a la obra en conjunto con su época y las condiciones específicas de su producción y difusión. Como mostraremos a continuación, esta obra fue escrita *debido a la contingencia sociopolítica francesa en el siglo XVIII y por los cambios en las condiciones laborales de su autor.*

Lagrange nació el 25 de enero de 1736 en Turín, Francia (actualmente en Italia) Fue Director del área de matemáticas en la Academia de Berlín, en donde trabajó entre 1766 hasta 1786. En 1783 muere su esposa, con quién tenía dieciséis años de casado, muere D’Álambert, su mejor amigo matemático, y Euler, su primer mentor. Esto conllevó a que en los años siguientes no tuviera una

muy agradable estancia en Berlín, lo cual se muestra en la disminución en la cantidad de sus publicaciones, la cual fue muy alta durante los años anteriores (Fraser, 1985, p.26). En este tiempo recibió algunas ofertas para hacer docencia e investigación en Italia, las cuales rechazó. Finalmente aceptó un ofrecimiento para trabajar en la Academia de Ciencias de París. El contrato laboral ofrecido por la Academia de París tenía una cláusula que lo exentaba de dictar cátedra, lo que le permitiría dedicarse tiempo completo a la investigación. Esta cláusula incentivó a Lagrange a aceptar el ofrecimiento de trabajo (O'Connor y Robertson, 1999) Lagrange llega a París el año 1787 (Figura 1).

El año 1789 estalla en París la revolución francesa. Después de largos siglos en los que coexistió la opulencia en la calidad de vida de la monarquía con una difícil situación económica del pueblo francés, un grupo de intelectuales franceses organizan una revuelta que logró sacar del poder a la monarquía. Este suceso sociopolítico trajo profundos cambios en las esferas sociales y administrativas francesas de la época, entre estas, la educación. La Academia de Ciencias, encargada de formar a los científicos de la época, fue suspendida por su relación estrecha con la monarquía. La carencia de científicos y técnicos en servicios públicos que pudieran hacer frente a la crisis nacional e internacional producida por la revolución hizo que se creara una nueva institución educativa encargada de formar a la elite intelectual científica de Francia, la École Polytechnique (Figura 1).

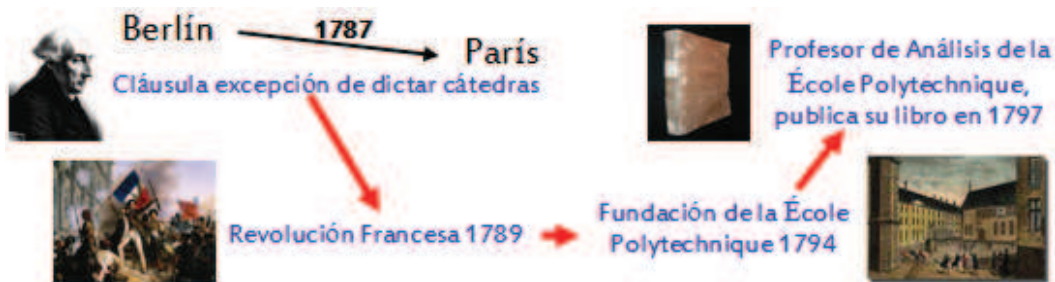


Figura 1

Esta escuela abrió sus puertas en diciembre de 1794 y reclutó como maestros a los científicos más destacados de la época. La suspensión de la Academia de Ciencias de París hace que el contrato laboral de Lagrange cambie radicalmente, cambiando la cláusula que lo exentaba de dictar cátedra. Con esto, Lagrange se vuelve profesor de análisis en la escuela. Su rol como profesor fue criticado. Fourier, que fue alumno de Lagrange, comentó sobre esto que “su voz es muy débil, al menos cuando no se acalora [...] Los estudiantes, la mayoría de los cuales son incapaz de apreciarlo, le dan poca acogida” (O’connor y Robertson, 1999).

Sintetizando (Figura 1), Lagrange llega a París en 1787 con la intención de dedicarse de manera exclusiva a la investigación. Dos años después estalla la revolución francesa que cambia de manera radical a los sistemas políticos y administrativos del país. La Academia de Ciencias es destituida. Se crea una nueva escuela, dedicada a formar a la elite intelectual del país como futuros ingenieros y técnicos, la École Polytechnique. Las condiciones laborales de Lagrange cambian y comienza a dictar cátedras en esta nueva escuela a comienzos de 1795. Al ser una escuela nueva en su tipo, no existían libros de estudio para los estudiantes. Lagrange y los otros científicos de la época comenzaron a sintetizar la matemática de su tiempo elaborando discursos matemáticos escolares para introducir a los nuevos aprendices al conocimiento de las ciencias. Lagrange comienza a elaborar una obra didáctica con este fin y, he aquí, se publica la Teoría de las Funciones Analíticas de Lagrange.

sur ce sujet (), et m'étant trouvé engagé par des circonstances particulières à développer les principes généraux de l'Analyse, j'ai rappelé mes anciennes idées sur ceux du Calcul différentiel, et j'ai fait de nouvelles réflexions tendant à les confirmer et à les généraliser; c'est ce*

(Lagrange, 1813, p.5)

Este extracto del prefacio de la obra da evidencia de lo que afirmamos. El autor afirma que ha escrito esta obra por encontrarse comprometido por circunstancias particulares. En este prefacio también afirma haber publicado su obra al considerar la utilidad que puede tener a los estudiantes que se introducen al estudio del análisis matemático. El autor desarrolló esta obra al retomar ideas sobre el cálculo diferencial había abandonado veinticinco años atrás, las cuales confirmó y generalizó, obteniendo su Teoría de las Funciones Analíticas (Lagrange, 1813, p.5)

El hecho que la obra de Lagrange se escribiera por la contingencia sociopolítica del momento y por los cambios en su contrato laboral nos permite algunos cuestionamientos. Si la revolución francesa no se hubiera llevado a cabo, ¿se hubiera escrito esta obra? Un análisis de esto se puede encontrar en (Espinoza, 2009). Lo que es claro es que una situación de índole sociocultural y circunstancial causó la producción y publicación de esta obra matemática. Lo sociocultural incidió significativamente en la construcción social del conocimiento matemático (Espinoza, 2009)

La socioepistemología y la investigación

La aproximación socioepistemológica considera al conocimiento matemático como un emergente de las dinámicas sociales. Estudia el fenómeno educativo de una manera sistémica considerando lo sociocultural como un articulador de las dimensiones cognitiva, epistemológica y didáctica (Cantoral y Farfán, 2003) Propone una descentración de los objetos matemáticos y de su naturaleza epistemológica para privilegiar una epistemología de prácticas asociadas a su construcción (Montiel, 2005) De esta manera hace al conocimiento matemático sensible a las realidades de las personas y a sus diferentes mundos.

Las investigaciones en socioepistemología no se construyen sobre una reflexión intelectual previa al estudio de los datos. Más bien, busca validar y teorizar sobre la base de la evidencia empírica y experimental. Un fin fundamental de esta Teoría es la intervención, considerando para esto los fenómenos de producción, adquisición y difusión del conocimiento matemático (Cantoral y Farfán, 2003). Actualmente estamos desarrollando investigación en diferentes escenarios para estudiar la construcción social del conocimiento matemático y sus mecanismos de difusión institucional, mediante constructos teóricos como la práctica social, prácticas de referencia, contextos de significación y escenarios socioculturales, entre otros.

La socioepistemología nos brinda la idea germinal de nuestra investigación: *no podemos entender a las personas construyendo conocimiento desprendidas de su contexto sociocultural*. ¿Cómo incide su realidad y visión de mundo en el cómo la otra o el otro aprende matemáticas?, es la gran pregunta. Replanteamos esta pregunta para un escenario histórico. ¿Cómo incidió el mundo de Lagrange en su manera de hacer matemáticas?, lo respondimos en esta investigación. ¿Cómo afectó su manera de ver al mundo en su construcción matemática?, lo respondimos en (Espinoza,

2009) Desde las aproximaciones teóricas que se centran en objetos y desligan a las prácticas del conocimiento no hubiéramos logrado nuestros hallazgos. La dimensión sociocultural de la socioepistemología fue la que nos permitió lograr nuestros descubrimientos.

De estas reflexiones postulamos que un marco teórico, además de sustentar la validez de un resultado científico, brindar una manera de abordarlo y situar su impacto, provee *una manera de ver y entender las problemáticas de investigación*. La socioepistemología aspira que la mayoría de las personas puedan entender y disfrutar de la matemática, y no sólo una elite intelectual (Cantoral, 2009) Busca la inclusión de los excluidos de aprenderla, ya sea por su situación económica, racial, cultural, discapacidad física, etc. Esto lleva a considerar la importancia que “el otro” tiene en nuestras investigaciones. Por tanto, la socioepistemología nos brindó una mirada sociocultural para entender nuestra problemática de investigación. También nos permitió resaltar la importancia de las diferentes maneras de entender al mundo y contextos socioculturales de los otros.

Una propuesta metodológica para estudios sociohistóricos

En el curso de nuestra investigación encontramos que los trabajos desarrollados en escenarios históricos en socioepistemología no hacen explícita la metodología de investigación utilizada (Cantoral, 2001; Montiel, 2005; Crespo, 2007) Al considerar los beneficios que pudiera traer esto para futuras investigaciones, nos propusimos hacer explícita la metodología que creamos y utilizamos para nuestra investigación. ¿Cómo estudiar la dimensión sociocultural del conocimiento en investigaciones de corte sociohistóricos? Las ideas germinales y los medios de significación de los matemáticos en siglos pasados son diferentes a los que tenemos en la actualidad. ¿Cómo acercarnos a su manera de ver sus obras matemáticas? El conocimiento es un emergente de las dinámicas sociales. Por esto una obra antigua, más que un libro con contenido matemático, lo entendemos como:

a) Una producción con historia

Aquí buscamos entender las intencionalidades involucradas en la producción de la obra. Nos interesó comprender la mirada de la época, las ideas germinales y los medios de significación

utilizados por el autor para significar el conocimiento matemático (Cantoral, 2001). Para esto estudiamos la vida personal del autor, su familia, su formación y episodios relevantes de su vida. También su vida profesional, su carrera académica, la relación con sus colegas y sus intereses académicos. Además estudiamos su época, el contexto sociopolítico de la producción y los problemas abordados por la ciencia de su época.

b) Un objeto de difusión

Toda obra matemática busca difundir algo a alguien. Por tanto tendrá una intencionalidad de difusión intrínseca, la que mediará el pensamiento del autor plasmado en la obra. La obra es por tanto un escrito mediado por esta intencionalidad de difusión. Para hacer una interpretación sociocultural de la obra necesitamos entender esta intencionalidad. Por ejemplo, hay diferencias entre una intención de difusión didáctica con una intencionalidad de difusión científica. Para investigar esto estudiamos al autor y los destinatarios de la obra, el tipo de producción, las condiciones del medio de difusión y la institución publicadora (Figura 2)



Figura 2

c) Parte de una expresión intelectual más global

La obra antigua es una expresión intelectual de toda una construcción de significados en los trabajos del autor. Por esto nos interesa saber como se secuencian y evolucionan sus ideas en la

totalidad de sus obras. Para esto estudiamos la obra matemática a investigar, desarrollamos una mirada general de las obras más relevantes del autor y estudiamos más a fondo las obras relacionadas con la obra estudiada. Estudiamos además correspondencias con otros matemáticos y ensayos de corte epistemológico y/o metafísico del autor.

La triangulación de estos elementos nos permitió construir una explicación sociocultural del significado de las obras matemáticas estudiadas. Para profundizar en mayores detalles sobre esta metodología recomendamos estudiar (Espinoza, 2009)

Conclusiones

El considerar al conocimiento como un emergente de las dinámicas sociales nos permitió observar los acontecimientos socioculturales y políticos de la época para entender la obra de Lagrange. De este análisis develamos la estrecha relación que tiene la elaboración y publicación de una obra matemática antigua con estos acontecimientos. La revolución francesa buscó la masificación de la enseñanza de elite científica en la Francia de la época. Esto llevo a la elaboración de discursos matemáticos escolares que normaron la enseñanza del cálculo hasta nuestros tiempos. La Teoría de las Funciones Analíticas de Lagrange fue estudiada por muchos de los grandes científicos franceses de comienzos del siglo XIX. Cauchy, inspirado en una crítica a esta obra de Lagrange desarrolla una nueva obra didáctica que ha normado el discurso matemático escolar del cálculo hasta la actualidad.

La dimensión sociocultural incide significativamente en la construcción social del conocimiento matemático. Por una parte, los acontecimientos sociopolíticos causaron la publicación de la obra didáctica de Lagrange. Por otra, el debate ideológico entre los liberales y conservadores de la época (los partidarios de la ilustración y la monarquía) causó un nuevo discurso matemático escolar que propuso desprender a la matemática de toda relación con el conocimiento sensible del mundo (Espinoza, 2009). Este es el Curso de Análisis de Cauchy. Esta obra es la primera que considera al análisis matemático como una ciencia autónoma de las ciencias exactas de su tiempo.

Lo sociocultural incide significativamente en la construcción social del conocimiento matemático. En las interacciones sociales, parece ser que son pequeños cambios los que generan redes de sucesos que moldean la realidad. Si los acontecimientos sociopolíticos y laborales de Francia en

estos años se hubieran dado de otra manera, quizás el conocimiento matemático que conocemos hoy sería diferente.

La mirada sociocultural que nos proveyó la socioepistemología fue clave para lograr los resultados de esta investigación. Las herramientas metodológicas desarrolladas para esta investigación nos permitieron construir una epistemología de las obras desde la mirada de sus autores y sus épocas (Espinoza, 2009). Estas herramientas metodológicas se muestran fructíferas para estudiar la dimensión sociocultural del conocimiento matemático en escenarios históricos.

Referencias bibliográficas

Cantoral, R. (2001). *Matemática Educativa: Un estudio de la formación social de la analiticidad*. México: Grupo Editorial Iberoamericana.

Cantoral, R., y Farfán, R. (2003) Matemática Educativa: Una visión de su evolución. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa* 6(1), 27 – 40.

Crespo, C. (2007). *Las argumentaciones matemáticas desde la visión de la socioepistemología*. Tesis de doctorado no publicada. México: CICATA-IPN.

Espinoza, L. (2009). *Una evolución de la analiticidad de las funciones en el siglo XIX. Un estudio socioepistemológico*. Tesis de maestría no publicada. México: CINVESTAV.

Fraser, C. (1985). J L Lagrange's changing approach to the foundations of the calculus of variations, *Arch. Hist. Exact Sciences* 32(2), 151-191.

Lagrange, J. (1813) *Théorie de Fonctions Analytiques*. En Gauthier-Villars (Eds.), *Œuvres de Lagrange*, Ed. 1, Vol. 9. (pp.13-413)

Montiel, G. (2005) *Estudio Socioepistemológico de la función trigonométrica*. Tesis doctoral. México: Cicata-IPN.

O'Connor, J. J. y Robertson E.F. (1999). *Joseph-Louis Lagrange*. Extraído el día 20 de Agosto de 2008 desde <http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/Biographies/Lagrange.html>